

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.01.2002 Bulletin 2002/03

(51) Int Cl.7: H01Q 1/24, H01Q 9/04

(21) Numéro de dépôt: 01401598.6

(22) Date de dépôt: 18.06.2001

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• Ngounou Kouam, Charles
91940 Les Ulis (FR)
• Coupeux, Jean-Philippe
29200 Brest (FR)

(30) Priorité: 10.07.2000 FR 0008964

(74) Mandataire: Sciaux, Edmond et al
COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Dépt.
Propriété Industrielle, 30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(71) Demandeur: ALCATEL
75008 Paris (FR)

(54) Antenne à couche conductrice et dispositif de transmission bi-bande incluant cette antenne.

(57) L'antenne (1) de ce dispositif est réalisée selon la technique des microrubans. Un bord arrière (10) de sa pastille (6) est muni d'un court-circuit (S) grâce auquel une résonance primaire du type quart d'onde peut être excitée par une ligne coplanaire formée par deux fentes de couplage (F1, F2) dans une zone (Z1). Des fentes séparatrices (F4, F5) séparent cette zone

d'une autre zone (Z2) dans laquelle une résonance secondaire peut être établie à une fréquence double de celle de la résonance primaire à partir d'une ligne à fente (F3) prolongeant l'une (F2) des fentes de la ligne coplanaire.

L'invention s'applique notamment à la réalisation d'un système de radiotéléphonie bi-mode utilisant les deux normes GSM et DCS.

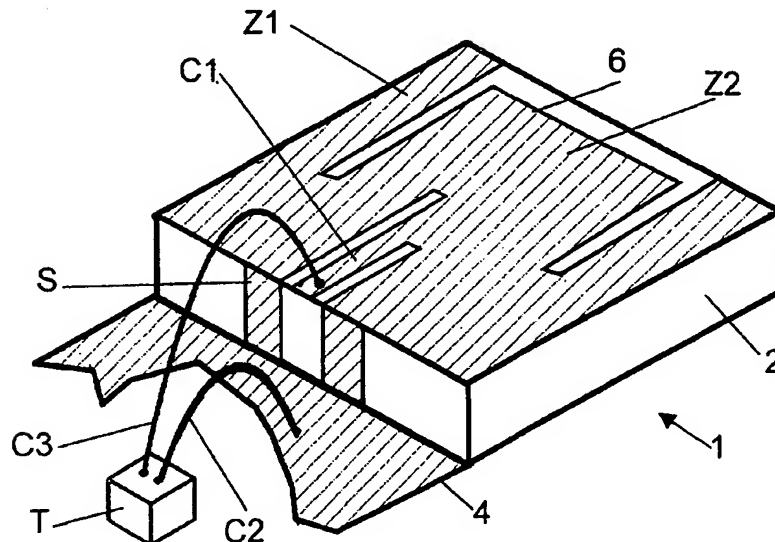


FIG. 2

Description

[0001] La présente invention concerne, de manière générale les dispositifs de radio transmission, notamment les radiotéléphones portables, et elle concerne plus particulièrement les antennes qui sont réalisées à l'aide d'au moins une couche conductrice pour être incluse dans de tels dispositifs.

[0002] Une telle antenne comporte une pastille qui est typiquement constituée par gravure d'une couche métallique. Elle est souvent réalisée selon la technique des microrubans et elle est alors appelée en anglais par les spécialistes "microstrip patch antenna" pour "antenne à pastille du type microruban".

[0003] La technique des microrubans est une technique planaire qui s'applique à la fois à la réalisation de lignes de transmission transmettant des ondes guidées, éventuellement porteuses de signaux, et à celle d'antennes réalisant un couplage entre de telles lignes et des ondes rayonnées. Elle utilise des rubans et/ou pastilles conductrices formées sur la surface supérieure d'un substrat diélectrique mince. Une couche conductrice s'étend sur la surface inférieure de ce substrat et constitue une masse de la ligne ou de l'antenne. Une telle pastille est typiquement plus large qu'un tel ruban et ses formes et dimensions constituent des caractéristiques importantes de l'antenne. La forme du substrat est typiquement celle d'une feuille plane rectangulaire d'épaisseur constante et la pastille est, elle aussi, typiquement rectangulaire. Mais cela n'est nullement une obligation. En particulier il est connu qu'une variation de l'épaisseur du substrat peut élargir la bande passante d'une telle antenne et que la pastille peut prendre diverses formes et par exemple être circulaire. Les lignes de champ électrique s'étendent entre le ruban ou la pastille et la couche de masse en traversant le substrat. Une ligne de transmission fonctionnant de cette manière sera dite ci-après ligne microruban.

[0004] Cette technique se distingue des techniques coplanaires qui utilisent elles aussi des éléments conducteurs sur un substrat mince, et notamment de celle de lignes de transmission dans laquelle le champ électrique s'établit sur la surface supérieure du substrat et d'une manière symétrique entre d'une part un ruban conducteur central et d'autre part deux plages conductrices situées de part et d'autre de ce ruban dont elles sont respectivement séparées par deux fentes, une ligne de transmission fonctionnant de cette manière étant dite ci-après ligne coplanaire. Dans une antenne réalisée selon cette technique, une pastille est entourée par une plage conductrice continue dont elle est séparée par une fente.

[0005] Selon une technique également coplanaire, une ligne de transmission est constituée par une fente formée dans une couche conductrice et le champ électrique de l'onde transmise s'établit dans le plan de cette couche entre les deux bords de cette fente.

[0006] Les antennes réalisées selon ces techniques

constituent typiquement, quoique non nécessairement, des structures résonantes propres à être le siège d'ondes stationnaires permettant un couplage avec des ondes rayonnées dans l'espace.

5 [0007] Divers types de telles structures résonantes peuvent être réalisées, par exemple, selon la technique des microrubans et chaque telle structure peut être le siège d'au moins un mode de résonance, de tels modes étant plus brièvement appelés ci-après « résonances ». 10 De manière schématique chaque telle résonance peut être décrite comme étant une onde stationnaire formée par la superposition de deux ondes progressives se propageant dans deux sens opposés sur un même trajet, ces deux ondes résultant de la réflexion alternative 15 d'une même onde progressive aux deux extrémités de ce trajet, cette dernière onde étant une onde électromagnétique se propageant sur ce trajet dans la ligne constituée par exemple par la masse, le substrat et la pastille. Ce trajet est imposé par les éléments constitutifs de l'antenne. Il peut être rectiligne ou incurvé. Il sera désigné 20 ci-après par l'expression « trajet de résonance ». La fréquence de la résonance est inversement proportionnelle au temps pris par l'onde progressive considérée ci-dessus pour parcourir ce trajet.

25 [0008] Un premier type de résonance peut être appelé "demi onde". Dans ce type la longueur du trajet de résonance est typiquement sensiblement égale à une demi-longueur d'onde c'est à dire à la moitié de la longueur d'onde de l'onde progressive considérée ci-dessus. L'antenne est alors dite "demi onde". Ce type de 30 résonance peut être défini d'une manière générale par la présence d'un noeud de courant électrique à chacune des deux extrémités d'un tel trajet dont la longueur peut donc aussi être égale à ladite demi-longueur d'onde multipliée par un nombre entier autre que un. Ce nombre est typiquement impair. Le couplage avec les ondes rayonnées se fait à au moins l'une des deux extrémités 35 de ce trajet, ces extrémités étant situées dans les régions où l'amplitude du champ électrique qui est appliqué par exemple à travers le substrat est maximale.

[0009] Un deuxième type de résonance pouvant être obtenue dans le cadre de cette même technique peut être appelée "quart d'onde". Il diffère dudit type demi onde d'une part par le fait que le trajet de résonance a typiquement une longueur sensiblement égale à un quart 45 d'onde, c'est à dire au quart de la longueur d'onde définie ci-dessus. Pour cela la structure résonante doit comporter un court-circuit à une extrémité de ce trajet, le mot court-circuit désignant une connexion reliant la masse et la pastille. De plus ce court-circuit doit avoir une impédance suffisamment petite pour pouvoir imposer une telle résonance. Ce type de résonance peut être 50 défini d'une manière générale par la présence d'un noeud de champ électrique fixé par un tel court-circuit au voisinage d'un bord de la pastille et par un noeud de courant électrique situé à l'autre extrémité du trajet de résonance. La longueur de ce dernier peut donc aussi être égale à un nombre entier de demi-longueurs d'onde

s'ajoutant audit quart de longueur d'onde. Le couplage avec les ondes rayonnées dans l'espace se fait sur un bord de la pastille dans une région où l'amplitude du champ électrique est suffisamment grande.

[0010] Des résonances d'autres types peuvent s'établir, chacun de ces types se caractérisant par une distribution des champs électrique et magnétique qui oscillent dans une zone d'espace incluant l'antenne et le voisinage immédiat de celle-ci. Elles dépendent notamment de la configuration des pastilles, ces dernières pouvant notamment présenter des fentes, éventuellement radiatives. Dans le cas des antennes réalisées selon la technique des microrubans, ces résonances dépendent aussi de l'éventuelle présence et de la localisation de courts-circuits ainsi que des modèles électriques représentatifs de ces courts-circuits lorsque ces derniers sont des courts-circuits imparfaits, c'est à dire lorsqu'ils ne sont pas assimilables, même approximativement, à des courts-circuits parfaits dont les impédances seraient nulles.

[0011] La présence d'un tel court-circuit imparfait dans une antenne peut faire apparaître une résonance présentant ce qui peut être appelé un noeud virtuel. Un tel noeud apparaît lorsque les conditions suivantes sont réunies, l'antenne ci-dessus étant une première antenne :

- Cette distribution des champs dans la première antenne est sensiblement identique à une distribution pouvant être induite dans une aire identique appartenant à la pastille d'une deuxième antenne.
- Cette deuxième antenne est identique à cette première antenne dans les limites de cette aire sauf que cette deuxième antenne y est dépourvue du court-circuit en question.
- La pastille de cette deuxième antenne s'étend non seulement sur l'aire déjà mentionnée qui constitue alors une aire principale de cette deuxième antenne, mais aussi sur une aire complémentaire.
- Enfin, la distribution de champs en question apparaissant dans l'aire principale de cette deuxième antenne s'accompagne d'un noeud de champ électrique ou magnétique apparaissant dans cette aire complémentaire.

[0012] Pour décrire la résonance apparaissant dans la première antenne, il peut alors être considéré que le noeud apparaissant dans la deuxième antenne constitue aussi un noeud pour la résonance de la première antenne. Pour une antenne telle que cette première antenne un tel noeud sera dit ci-après « virtuel » parce qu'il est localisé dans une zone qui est située en dehors de la pastille de cette antenne et dans laquelle n'apparaît donc aucun champ électrique ou magnétique susceptible de permettre de constater directement la présence de ce noeud.

[0013] Quoique de tels « noeuds virtuels » ne soient pas classiquement pris en compte en ces termes pour

décrire des résonances, ils apparaissent implicitement dans la distinction qui est parfois faite entre une longueur physique ou géométrique et une longueur dite « électrique » d'une même pastille. Dans le cas des deux antennes considérées ci-dessus, et à propos de la pastille de la première de ces antennes, la longueur physique ou géométrique serait celle de cette pastille, et la longueur électrique de cette même pastille serait en fait la longueur physique ou géométrique de la pastille de la deuxième antenne.

[0014] Le couplage d'une antenne à un organe de traitement de signal tel qu'un émetteur se fait typiquement par l'intermédiaire d'un ensemble de raccordement comportant une ligne de raccordement qui est extérieure à cette antenne et qui se termine par un système de couplage intégré à cette antenne pour coupler cette ligne à une ou plusieurs résonances pouvant s'établir dans une ou plusieurs structures résonantes de cette antenne. Les résonances dépendent aussi de la nature et de la localisation de ce système. Ce dernier permet d'utiliser l'antenne à chacune des fréquences de ces résonances. Par référence au cas des antennes émettrices l'ensemble de raccordement est souvent désigné comme étant une ligne d'alimentation de cette antenne.

[0015] La présente invention concerne divers types de dispositifs tels que des radiotéléphones portables, des stations de base pour ces derniers, des automobiles et des avions ou des missiles aériens. Dans le cas d'un radiotéléphone portable le caractère continu de la couche de masse inférieure d'une antenne réalisée selon la technique des microrubans permet de limiter facilement la puissance de rayonnement interceptée par le corps de l'utilisateur du dispositif. Dans le cas des automobiles et surtout dans celui des avions ou missiles dont la surface extérieure est métallique et présente un profil incurvé permettant d'obtenir une faible traînée aérodynamique, l'antenne peut être conformée à ce profil de manière à ne pas faire apparaître de traînée aérodynamique supplémentaire gênante.

[0016] Cette invention concerne plus particulièrement le cas où une antenne à couche conductrice doit avoir les qualités suivantes :

- elle doit être bi-fréquence c'est à dire qu'elle doit pouvoir émettre et/ou recevoir efficacement des ondes rayonnées sur deux fréquences séparées par un écart spectral important,
- elle doit pouvoir être raccordée à un organe de traitement de signal à l'aide d'une seule ligne de raccordement pour l'ensemble des fréquences de travail d'un dispositif de transmission sans donner naissance dans cette ligne à un taux d'ondes stationnaires parasites gênant,
- et il ne doit pas être nécessaire pour cela d'utiliser un multiplexeur ou démultiplexeur en fréquence.

[0017] De nombreuses antennes connues ont été

réalisées ou proposées dans le cadre de la technique des microrubans de manière à présenter ces trois qualités. Elles diffèrent les unes des autres par les moyens qui y sont inclus pour permettre l'établissement et le couplage de plusieurs fréquences résonances ayant des fréquences différentes. Plusieurs telles antennes vont être examinées.

[0018] Une première telle antenne connue est décrite dans le document de brevet US-A- 4,692,769 (Gegan, 769). Dans un premier mode de mise en oeuvre la pastille de cette antenne a la forme d'un disque circulaire 10 permettant à cette antenne de présenter deux résonances demi onde dont les trajets s'établissent respectivement selon un diamètre AA de ce disque et selon la longueur d'une fente en arc de cercle 24 inscrite dans ce disque. Le système de couplage présente la forme d'une ligne 16 constituant un transformateur quart d'onde et se raccordant en un point intérieur à l'aire de la pastille de manière à donner à la partie réelle de l'impédance d'entrée de l'antenne des valeurs sensiblement égales pour ces deux résonances. Des fentes d'adaptation d'impédance 26 et 28 sont inscrites concentriquement dans le disque 10 pour que la partie imaginaire de cette impédance d'entrée ait, elle aussi, des valeurs sensiblement égales pour ces deux résonances. La ligne 16 est réalisée selon la technique des microrubans. C'est à dire qu'elle n'est pas réalisée selon la technique des lignes coplanaires telles que définie ci avant. Ce document énonce cependant aussi que cette ligne est coplaire, mais ceci indique seulement que le ruban de cette ligne microruban s'étend dans le plan de la pastille 10. Deux fentes sont formées dans la couche conductrice de cette pastille de part et d'autre de ce ruban pour permettre à un segment terminal de cette ligne de pénétrer dans l'aire de cette pastille sans créer dans ce segment un contact parasite de ce ruban avec cette pastille. L'une de ces deux fentes se continue par un prolongement qui constitue la fente d'adaptation d'impédance 28 de sorte qu'une dissymétrie apparaît être présentée par la ligne 16 à son extrémité intérieure à la pastille 10. Malgré cette continuité et cette dissymétrie apparentes, les spécialistes comprennent qu'en pratique aucune onde ne se propage sur la longueur de la fente d'adaptation d'impédance 28.

[0019] Une deuxième antenne connue est décrite dans le document de brevet US-A- 4,766,440 (Gegan, 440). La pastille 10 de cette antenne a une forme générale rectangulaire permettant à cette antenne de présenter deux résonances demi onde dont les trajets s'établissent selon une longueur et une largeur de cette pastille. Par ailleurs elle présente une fente incurvée en forme de U qui est entièrement intérieure à cette pastille. Cette fente est radiative et fait apparaître un mode de résonance supplémentaire s'établissant selon un autre trajet. Elle permet en outre, par un choix convenable de sa forme et de ses dimensions, d'amener les fréquences des modes de résonance à des valeurs souhaitées ce qui donne la possibilité d'émettre une onde à polarisa-

tion circulaire grâce à l'association de deux modes ayant une même fréquence et des polarisations linéaires croisées. Le système de couplage présente la forme d'une ligne qui est réalisée selon la technique des microrubans, mais dont il est aussi dit qu'elle est coplaire, ceci comme dans le document précédent Gegan, 769. Ce système est muni de moyens de transformations d'impédance pour l'adapter aux différentes impédances d'entrée respectivement présentées par la ligne aux différentes fréquences de résonance utilisées comme fréquences de travail.

[0020] Une troisième antenne connue se distingue des précédentes par l'utilisation d'un seul trajet de résonance. Elle est décrite dans le document de brevet US-A- 4,771,291 (LO et al). Sa pastille comporte des courts-circuits ponctuels et des fentes s'étendant selon des segments de droite intérieurs à la pastille. Ces fentes et courts-circuits permettent de diminuer l'écart entre deux fréquences correspondant à deux résonances ayant ledit trajet commun mais deux modes respectifs mutuellement différents qui sont désignés par les chiffres (0,1) et (0,3), c'est à dire que ce trajet commun est occupé par une demi onde ou par trois demi ondes selon le mode considéré. Le rapport entre ces deux fréquences peut être abaissé ainsi de 3 à 1,8. Les courts-circuits ponctuels sont constitués par des conducteurs traversant le substrat. Le système de couplage est constitué par une ligne coaxiale dont le conducteur central traverse le substrat de l'antenne pour se raccorder à la pastille de cette dernière et dont le conducteur de masse se raccorde à la masse de l'antenne.

[0021] Cette antenne présente notamment l'inconvénient que sa fabrication est compliquée par l'incorporation de courts-circuits ponctuels.

[0022] Une quatrième antenne bi-fréquence connue se distingue des précédentes par l'utilisation d'une résonance quart d'onde. Elle est décrite dans un article : IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST, NEWPORT BEACH, JUNE 18- 23, 1995, pages 2124-2127 Boag et al " Dual Band Cavity-Backed Quarter-wave Patch Antenna". Une première fréquence de résonance est définie par les dimensions et les caractéristiques du substrat et de la pastille de cette antenne. Une résonance sensiblement du même type est obtenue à une deuxième fréquence sur le même trajet de résonance grâce à l'utilisation d'un système d'adaptation.

[0023] Le système de couplage apparaît être de typer à ligne coaxiale, le système d'adaptation étant placé en extrémité d'une telle ligne, dont le conducteur axial est prolongé à travers le substrat de l'antenne pour se raccorder à la pastille de cette dernière.

[0024] D'autres antennes connues incluent trois couches conductrices à savoir deux pastilles superposées au dessus d'une même masse. Elles présentent alors notamment l'inconvénient que l'addition des épaisseurs de substrats diélectriques interposés entre ces couches confère à l'antenne une épaisseur totale excessive.

[0025] De manière générale les antennes connues ci-dessus présentent l'inconvénient qu'il est difficile et donc coûteux d'obtenir à la fois les valeurs désirées pour les fréquences de leurs résonances et un bon couplage de chacune de ces résonances à un organe de traitement de signal.

[0026] La présente invention a notamment les buts suivants :

- permettre de réaliser simplement une antenne bi-fréquence, pourvue d'un système facilement adaptable en impédance pour chacune de deux fréquences de résonance, et
- limiter les dimensions de cette antenne.

[0027] Et, dans ces buts, elle a notamment pour objet une antenne à couche conductrice, un système de couplage de cette antenne incluant une ligne coplanaire formée par deux fentes s'étendant dans une couche conductrice de cette antenne et constituant respectivement deux fentes de couplage primaires. Selon cette invention, ledit système de couplage inclut en outre une ligne à fente formée par une fente se raccordant à l'une des deux dites fentes de couplage primaires et constituant une fente de couplage secondaire.

[0028] De préférence cette antenne inclut une pastille et une masse coopérant avec cette pastille selon la technique des microrubans et les dites fentes de couplage sont formées dans cette pastille. Mais, selon une autre disposition possible, un système de couplage constitué par de telles fentes serait formé dans la masse d'une telle antenne.

[0029] De préférence encore la dite pastille inclut un ensemble séparateur incluant au moins une fente séparatrice et faisant apparaître dans cette pastille deux zones constituant respectivement :

- une zone de résonance primaire, cette zone incluant la dite ligne coplanaire, et
- une zone de résonance secondaire, cette zone incluant la dite ligne à fente.

[0030] Divers aspects de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description ci-après et des figures schématiques ci-jointes. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs de ces figures il y est désigné par les mêmes chiffres et/ou lettres de référence.

[0031] La figure 1 représente une feuille de cuivre découpée pour constituer après pliage le court-circuit et la pastille d'une antenne réalisée selon un premier mode de mise en oeuvre de cette invention.

[0032] La figure 2 représente une vue en perspective simplifiée d'un dispositif de transmission incluant l'antenne dont la pastille est représentée par la figure 1.

[0033] La figure 3 représente une vue de dessus d'une antenne réalisée selon un deuxième mode de mise en oeuvre de cette invention.

[0034] Conformément à la figure 2 et d'une manière connue en elle-même, la structure résonante d'une antenne selon cette invention comporte les éléments suivants :

- Un substrat diélectrique 2 présentant deux surfaces principales mutuellement opposées constituant respectivement une surface inférieure et une surface supérieure et s'étendant selon des directions horizontales DL et DT, ces directions pouvant dépendre de la zone considérée de l'antenne. Ce substrat peut présenter des formes diverses comme précédemment exposé.
- Une couche conductrice inférieure s'étendant par exemple au moins sur la totalité de la surface inférieure du substrat et constituant une masse 4 de cette antenne. La figure 2 montre seulement une partie de cette couche débordant de cette surface inférieure.
- Une couche conductrice supérieure représentée aux figures 1 à 3 et s'étendant sur une aire de la surface supérieure du substrat au-dessus de la masse 4 de manière à constituer une pastille 6. De manière générale cette pastille a une longueur et une largeur s'étendant selon deux directions horizontales constituant une direction longitudinale DL et une direction transversale DT, respectivement, et sa périphérie peut être considérée comme constituée par quatre bords s'étendant deux à deux à peu près selon ces deux directions. Quoique les mots longueur et largeur s'appliquent usuellement aux deux dimensions mutuellement perpendiculaires d'un objet rectangulaire, la longueur étant plus grande que la largeur, il doit être compris que la pastille 6 peut s'écarter largement de la forme d'un tel rectangle sans sortir du cadre de cette invention. L'un de ces bords s'étend de manière générale selon la direction transversale DT et constitue un bord arrière incluant deux segments 10 et 11. Un bord avant 12 est opposé à ce bord arrière. Deux bords latéraux 14 et 16 joignent ce bord arrière à ce bord avant.
- Enfin un court circuit S raccordant électriquement la pastille 6 à la masse 4 à partir du segment 10 du bord arrière de cette pastille. Ce court-circuit est formé par une couche conductrice s'étendant sur une surface de tranche du substrat 2, surface qui est typiquement plane et constitue alors un plan de court-circuit. Mais il pourrait aussi être constitué par un ou plusieurs composants discrets connectés en parallèle entre la masse 4 et la pastille 6. Dans chacun de ces modes il impose à au moins une résonance de l'antenne de présenter un noeud de champ électrique au moins virtuel au voisinage du segment 10 et d'être du type quart d'onde. Une telle résonance et sa fréquence seront appelées ci-après «résonance primaire» et «fréquence primaire». Les dits bords arrière, avant et latéraux et les

directions longitudinale et transversale sont définis par la position d'un tel court-circuit dans la mesure où ce court-circuit est suffisamment important, c'est à dire notamment où son impédance est suffisamment basse pour imposer à l'antenne l'existence d'une résonance présentant un tel noeud de champ électrique.

[0035] L'antenne comporte de plus un système de couplage. Ce système fait partie d'un ensemble de raccordement qui raccorde la structure résonante de l'antenne à un organe de traitement de signal T, par exemple pour exciter une ou plusieurs résonances de l'antenne à partir de cet organe dans le cas où il s'agit d'une antenne émettrice. En plus de ce système l'ensemble de raccordement comporte, typiquement, une ligne de raccordement qui est externe à l'antenne. Cette ligne peut notamment être du type coaxial, du type à micro-ruban ou du type coplanaire. Sur la figure 1 elle a été symboliquement représentée sous la forme de deux fils conducteurs C2 et C3 raccordant respectivement la masse 4 et le ruban C1 aux deux bornes de l'organe de traitement de signal T. Mais il doit être compris que cette ligne serait en pratique réalisée de préférence sous la forme d'une ligne à micro-ruban ou d'une ligne coaxiale.

[0036] L'organe de traitement de signal T est adapté à fonctionner à des fréquences de travail prédéterminées qui sont au moins proches de fréquences de résonance utiles de l'antenne, c'est à dire qui sont comprises dans des bandes passantes centrées sur ces fréquences de résonance. Il peut être composite et comporter alors un élément accordé de manière permanente sur chacune de ces fréquences de travail. Il peut aussi comporter un élément accordable sur les diverses fréquences de travail. Ladite fréquence de résonance primaire constitue une telle fréquence de résonance utile.

[0037] Dans le cadre de la présente invention le système de couplage de l'antenne est composite : il inclut d'abord une ligne de couplage primaire formée par deux fentes s'étendant dans la pastille 6 et constituant respectivement deux fentes de couplage primaires F1 et F2 ; il inclut ensuite une ligne de couplage secondaire formée par une autre fente F3 qui se raccorde à l'une de ces deux fentes de couplage primaires, par exemple la fente F2, et qui constitue une fente de couplage secondaire. Sans que cela soit nécessaire dans le cadre de cette invention, les largeurs de ces fentes de couplage sont par exemple uniformes, leurs trajets sont par exemple rectilignes, et la fente de couplage secondaire s'étend par exemple dans l'alignement de la fente de couplage primaire à laquelle elle se raccorde. Ces largeurs et l'épaisseur et la permittivité du substrat sont telles que les lignes de couplage primaire et secondaire constituent respectivement une ligne coplanaire et une ligne à fente des types précédemment décrits.

[0038] De préférence et comme représenté la pastille 6 inclut un ensemble séparateur incluant au moins une fente séparatrice telle que F4 ou F5 et faisant apparaître

dans cette pastille deux zones constituant respectivement :

- une zone de résonance primaire Z1, cette zone incluant la dite ligne coplanaire F1, F2, et
- une zone de résonance secondaire Z2, cette zone incluant la dite ligne à fente F3.

Le court circuit S permet alors au moins à la résonance primaire de s'établir dans sa zone selon le type quart d'onde avec un noeud de champ électrique au moins virtuel fixé par ce court-circuit et un trajet de résonance s'étendant à partir du bord arrière 10 vers le bord avant 12, des bords de cette zone incluant les bords latéraux 14 et 16. La zone de résonance secondaire Z2 s'étend, selon la direction longitudinale, à distance du bord arrière 10 et, selon la direction transversale, sur une partie médiane de la largeur W1 de la pastille en restant à distance de chacun de ces deux bords latéraux 14 et 16. Les fentes de couplage F1 et F2 formant la ligne coplanaire s'étendent selon cette direction longitudinale à partir de ce bord arrière.

[0039] Dans le dispositif donné en exemple la ligne à fente F3 s'étend selon la direction longitudinale de sorte que la résonance secondaire est du type demi onde avec un trajet de résonance s'étendant selon la direction transversale. Mais elle pourrait être coudée à angle droit et la résonance secondaire pourrait être du type quart d'onde avec un trajet de résonance longitudinal comme la résonance primaire. La différence entre les fréquences primaire et secondaire résulterait alors d'une différence entre les dimensions longitudinales des deux zones, c'est à dire, le court-circuit étant commun, d'un écart entre les positions longitudinales de bords avant respectifs de ces deux zones.

[0040] Selon le premier mode de mise en oeuvre de l'invention, l'ensemble séparateur inclut deux fentes séparatrices F4 et F5 s'étendant dans la pastille 6 selon la direction longitudinale DL à partir du bord avant 12 de cette pastille, de sorte que deux bords latéraux de la zone à résonance secondaire Z2 sont respectivement constitués par des bords de ces deux fentes et qu'un bord avant de cette zone est constitué par un segment 13 de ce bord avant compris entre ces deux fentes.

[0041] Conformément à la figure 1 une feuille de cuivre constituant la pastille 6 comporte un prolongement s'étendant vers l'avant au-delà d'une ligne devant constituer le bord arrière 10 de cette pastille. Lors de fabrication de l'antenne elle est pliée selon cette ligne autour du bord arrière du substrat de manière que ce prolongement vienne s'appliquer sur la tranche verticale du substrat. Une partie de ce prolongement est raccordée au substrat pour constituer le court-circuit S. Ce dernier s'étend dans un segment médian de ce bord et il est réalisé en deux parties qui sont situées de part et d'autre du système de couplage C1, F1, F2. Les autres parties de ce prolongement ne sont pas représentées à la figure 2. Elles facilitent le positionnement de la pastille sur le

substrat et celle d'entre elles qui prolonge le ruban C1 permet de raccorder ce ruban à l'organe de traitement T sans intervenir sur la surface supérieure de l'antenne.

[0042] Dans le cadre de ce premier mode, diverses compositions et valeurs vont être indiquées ci-après à titre d'exemple. Les longueurs et largeurs du substrat et de la pastille sont respectivement indiquées selon les directions longitudinale DL et transversale DT.

- fréquence de résonance primaire : $F1 = 940$ MHz,
- fréquence de résonance secondaire : $F2 = 1880$ MHz,
- impédance d'entrée : 50 ohms,
- largeur des bandes passantes autour des fréquences primaire et secondaire : $2,5\%$ et 2% de ces fréquences, respectivement, ces largeurs étant mesurées à taux d'ondes stationnaires inférieur ou égal à $3,5$.
- composition du substrat : stratifié à base de fluoropolymère tel que PTFE ayant une permittivité relative $\epsilon_r = 5$ et un facteur de dissipation $\tan \delta = 0,002$,
- longueur et largeur du substrat égales à celles de la pastille dans la zone de résonance primaire Z1,
- épaisseur du substrat : $L6 = 3$ mm,
- épaisseur des feuilles de cuivre formant les couches conductrices : $17 \mu\text{m}$,
- longueur de la pastille dans la zone de résonance primaire Z1 : $L1 = 28,75$ mm,
- longueur de la pastille dans la zone de résonance secondaire Z2 : $L2 = 27,25$ mm,
- largeur de la pastille : $W1 = 25$ mm,
- largeur de la zone de résonance secondaire Z2 : $W2 = 12,5$ mm,
- longueur de la fente de couplage F1 : $L4 = 13$ mm
- longueur totale des fentes de couplage F2 et F3 : $L3 = 23$ mm,
- largeur des fentes de couplage F1, F2 et F3 : $W6 = 0,4$ mm,
- largeur du conducteur C1 : $W4 = 4,75$ mm,
- longueur des fentes séparatrices F4 et F5 dans la zone Z2 : $L5 = 18$ mm,
- largeur des fentes séparatrices F4, F5 et F6 : $W5 = 1$ mm
- largeur de chacune des deux parties du court circuit : $W3 = 1$ mm.

[0043] Selon le deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention et conformément à la figure 3, l'ensemble séparateur inclut une fente séparatrice en forme de U restant à distance des bords de la pastille 6. Cette fente a deux branches F4 et F5 reliées l'une à l'autre par une base F6. Ces deux branches s'étendent selon la direction longitudinale en regard et à distance respectivement des bords latéraux 14 et 16 et cette base s'étend selon la direction transversale en regard et à distance du bord avant 12.

[0044] Un fonctionnement supposé des antennes réalisées selon ces deux modes va être décrit.

[0045] Le couplage entre d'une part l'onde stationnaire de chacune des deux résonances primaire et secondaire et d'autre part, les ondes rayonnées dans l'espace, se fait principalement sur un ou plusieurs des bords de la pastille 6 ou des fentes séparatrices F4, F5 et F6 ou à travers ces fentes. Ceci sera exprimé en disant qu'un tel bord ou une telle fente est un bord radiatif primaire ou secondaire ou une fente radiative primaire ou secondaire selon la résonance considérée.

[0046] Dans les deux modes de mise en oeuvre de l'invention un seul bord radiatif primaire est présent. C'est le bord avant 12, ce qui correspond à une résonance primaire du type quart d'onde ayant un noeud de champ électrique sur le segment 10. Dans le premier mode deux bords radiatifs secondaires sont constitués par les bords des fentes séparatrices F4 et F5 en limite de la zone Z2 au voisinage du bord avant 13. Dans le deuxième mode les deux fentes radiatives secondaires sont constituées par les fentes F4 et F5, principalement à distance de leurs extrémités arrière, et la fente F6 constitue une fente radiative secondaire supplémentaire au voisinage de ses extrémités.

25 Revendications

1. Antenne à couche conductrice, un système de couplage de cette antenne incluant une ligne coplanaire (F1,F2) formée par deux fentes s'étendant dans une couche conductrice de cette antenne et constituant respectivement deux fentes de couplage primaires (F1,F2), cette antenne étant **caractérisée par le fait que** son dit système de couplage inclut en outre une ligne à fente formée par une fente (F3) se raccordant à l'une (F2) des deux dites fentes de couplage primaires et constituant une fente de couplage secondaire.
2. Antenne selon la revendication 1, cette antenne incluant une pastille (6) et une masse (4) coopérant avec cette pastille selon la technique des microrubans, cette antenne étant **caractérisée par le fait que** les dites fentes de couplage (F1,F2,F3) s'étendent dans ladite pastille.
3. Antenne selon la revendication 3, cette antenne étant **caractérisée par le fait que** sa dite pastille (6) inclut un ensemble séparateur incluant au moins une fente séparatrice (F4,F5) et faisant apparaître dans cette pastille deux zones constituant respectivement :
 - une zone de résonance primaire (Z1), cette zone incluant la dite ligne coplanaire (F1,F2) et
 - une zone de résonance secondaire (Z2), cette zone incluant la dite ligne à fente (F3).
4. Dispositif de transmission bi-bande, ce dispositif

comportant :

- un organe de traitement de signal (T) adapté à être accordé en fréquence dans deux bandes de travail s'étendant respectivement autour de deux fréquences centrales prédéterminées pour émettre et/ou recevoir un signal électrique dans chacune de ces deux bandes, et
 - une antenne (1) incluant une pluralité de couches conductrices mutuellement superposées pour constituer au moins une structure résonante, cette antenne incluant un système de couplage et étant raccordée au dit organe de traitement (T) via ce système de couplage pour coupler ledit signal électrique à des ondes rayonnées, ce système de couplage incluant une ligne coplaire formée par deux fentes s'étendant en regard mutuel dans une dite couche conductrice et constituant respectivement deux fentes de couplage (F1,F2), cette ligne coplaire couplant une résonance de cette antenne audit signal électrique, cette résonance constituant une résonance primaire et ayant une fréquence primaire (F1) sensiblement égale à l'une des deux dites fréquences centrales, une autre résonance de cette antenne constituant une résonance secondaire ayant une fréquence secondaire (F2) sensiblement égale à l'autre de ces deux fréquences centrales,
- ce dispositif étant **caractérisé par le fait** que ledit système de couplage inclut en outre une ligne à fente formée par une fente (F3) se raccordant à l'une (F2) des deux dites fentes de couplage primaires et constituant une fente de couplage secondaire, cette ligne à fente couplant ladite résonance secondaire audit signal électrique.

5. Dispositif de transmission selon la revendication 4, ladite antenne incluant :

- un substrat diélectrique (2) présentant deux surfaces principales mutuellement opposées s'étendant selon des directions horizontales (DL, DT) de cette antenne, ces deux surfaces constituant respectivement une surface inférieure (S1) et une surface supérieure (S2),
- une couche conductrice inférieure s'étendant sur ladite surface inférieure et constituant une masse (4) de cette antenne, et
- une couche conductrice supérieure s'étendant sur une aire de ladite surface supérieure au-dessus de ladite masse de manière à constituer une pastille (6) coopérant avec ladite masse (4) selon la technique des microrubans,

ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** les dites fentes de couplage s'étendent dans ladite

pastille.

6. Dispositif de transmission selon la revendication 5, ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** la dite pastille inclut un ensemble séparateur incluant au moins une fente séparatrice (F4,F5) et faisant apparaître dans cette pastille deux zones constituant respectivement :

- une zone de résonance primaire (Z1), cette zone incluant la dite ligne coplaire (F1,F2), et
- une zone de résonance secondaire (Z2), cette zone incluant la dite ligne à fente (F3).

7. Dispositif selon la revendication 6, ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** ladite pastille (6) a un bord muni d'un court circuit (S) raccordant électriquement cette pastille (6) à la dite masse (4), ce bord s'étendant selon une dite direction horizontale constituant une direction transversale (DT) et constituant un bord arrière (10,11), cette pastille ayant aussi un bord avant (12) opposé à ce bord arrière, et deux bords latéraux joignant ce bord arrière à ce bord avant et constituant respectivement deux bords latéraux (14,16), une longueur (L1) de cette pastille s'étendant entre ce bord arrière et ledit bord avant (12) selon une direction longitudinale (DL) constituée par une autre dite direction horizontale, une largeur de cette pastille s'étendant entre ses deux dits bords latéraux, ledit court circuit permettant à ladite résonance primaire de s'établir dans la dite zone de résonance primaire selon le type quart d'onde avec un noeud de champ électrique au moins virtuel fixé par ce court-circuit et un trajet de résonance s'étendant à partir de ce bord arrière vers ce bord avant, des bords de cette zone incluant les dits deux bords latéraux (14,16), la dite zone de résonance secondaire (Z2) s'étendant selon ladite direction longitudinale (DL) à distance du bord arrière (10) et s'étendant selon ladite direction transversale (DT) sur une partie médiane de ladite largeur (W1) de la pastille (6) en restant à distance de chacun de ces deux bords latéraux (14,16), les deux dites fentes de couplage (F1, F2) formant ladite ligne coplaire en s'étendant selon cette direction longitudinale à partir de ce bord arrière.

8. Dispositif selon la revendication 7, ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** ladite ligne à fente (F3) s'étend selon ladite direction longitudinale (DL) de sorte que ladite résonance secondaire est une résonance du type demi onde ayant un trajet de résonance s'étendant selon ladite direction transversale (DT).

9. Dispositif selon la revendication 8, ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** ledit ensemble séparateur inclut deux fentes séparatrices (F4, F5)

s'étendant dans ladite pastille (6) selon ladite direction longitudinale (DL) à partir du dit bord avant (12) de cette pastille, de sorte que deux bords latéraux de ladite zone à résonance secondaire (Z2) sont respectivement constitués par des bords de ces deux fentes et qu'un bord avant de cette zone est constitué par un segment (13) de ce bord avant de la pastille compris entre ces deux fentes.

10. Dispositif selon la revendication 8, ce dispositif étant **caractérisé par le fait que** ledit ensemble séparateur inclut une fente séparatrice en forme de U restant à distance des dits bords de la pastille (6), cette fente ayant deux branches (F4, F5) reliées l'une à l'autre par une base (F6), ces deux branches s'étendant selon ladite direction longitudinale (DL) en regard et à distance respectivement des dits deux bords latéraux (14,16), cette base s'étendant selon ladite direction transversale (DT) en regard et à distance du dit bord avant (12).

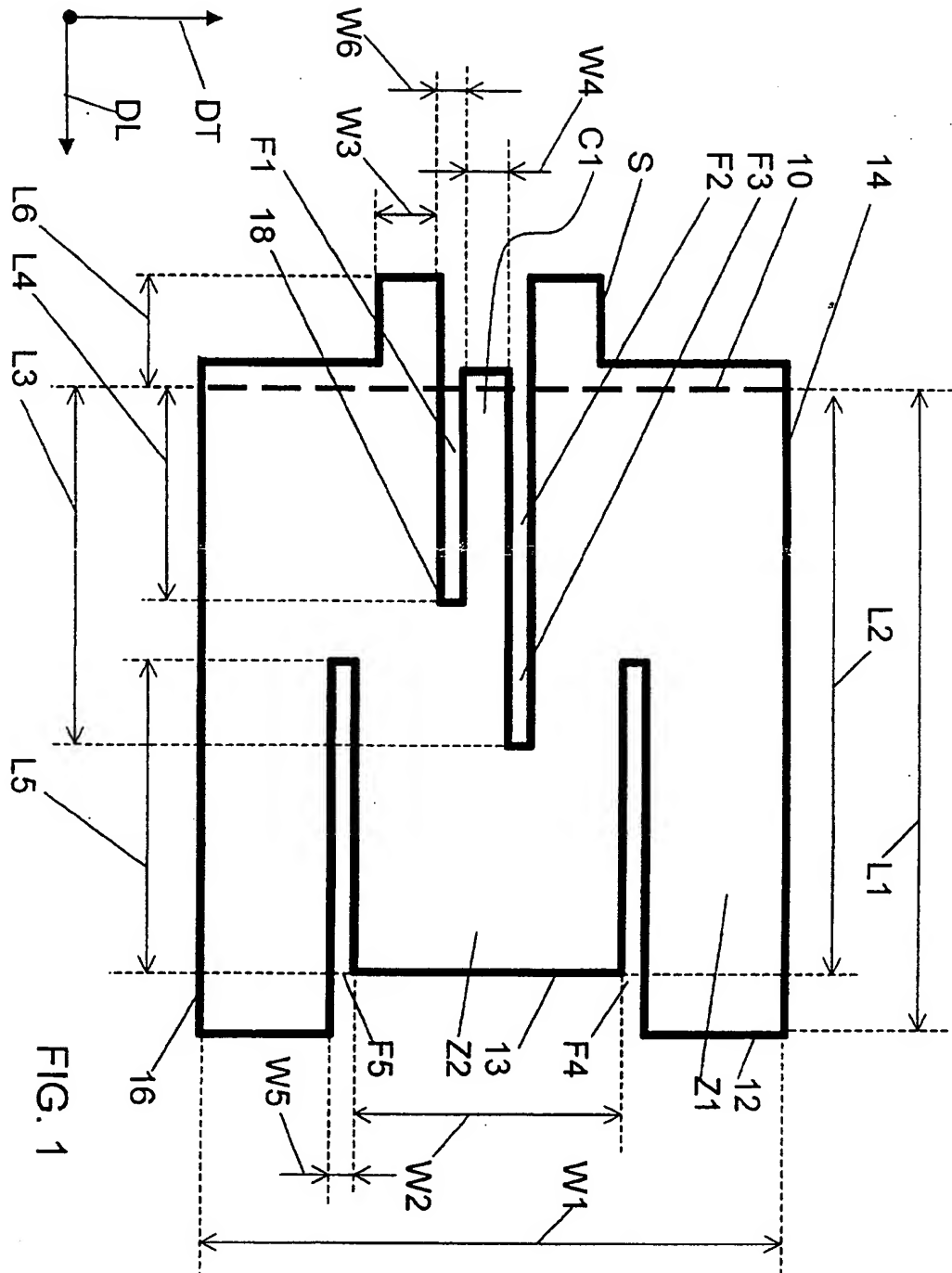


FIG. 1

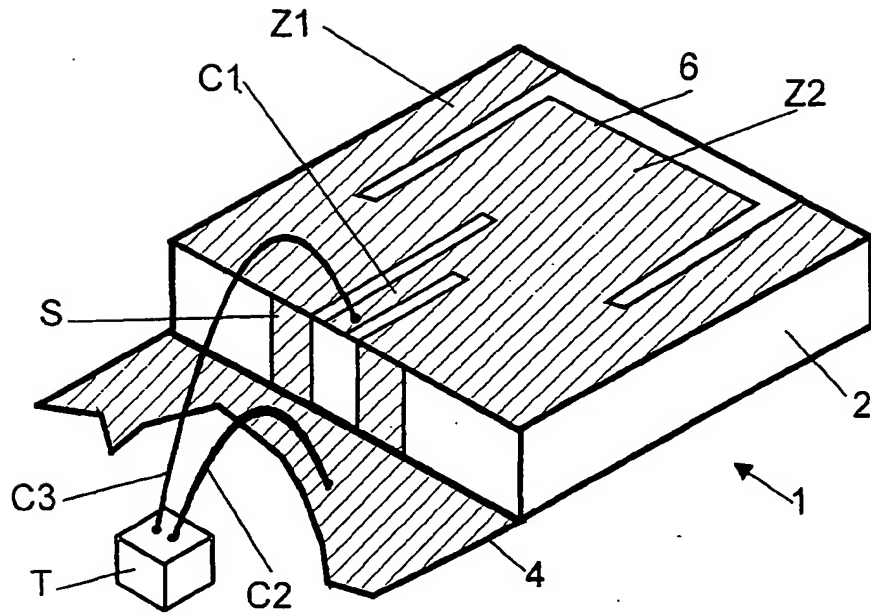


FIG. 2

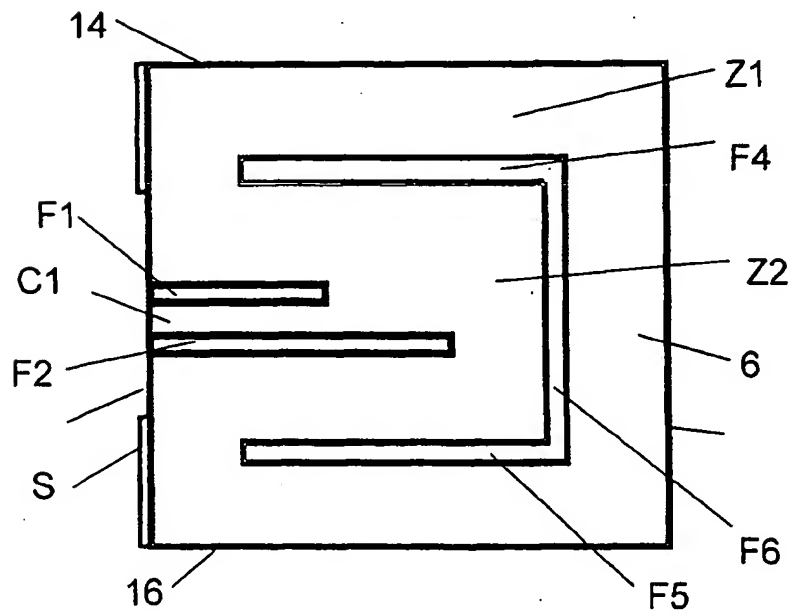


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 1598

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	EP 0 923 156 A (CIT ALCATEL) 16 juin 1999 (1999-06-16) * colonne 7, ligne 48 - ligne 58 * * colonne 8, ligne 1 - ligne 58 * * colonne 9, ligne 1 - ligne 58 * * colonne 10, ligne 26 - ligne 58 * * colonne 11, ligne 1 - ligne 14 * * colonne 15, ligne 17 - ligne 40; revendication 1; figure 1 *	1-9	H01Q1/24 H01Q9/04
Y	GB 2 288 284 A (FRANCE TELECOM) 11 octobre 1995 (1995-10-11) * page 4, ligne 5 - ligne 16 * * page 9, ligne 12 - ligne 18; revendication 12; figure 12 *	1-9	
D,A	US 4 766 440 A (GEGAN MICHAEL J) 23 août 1988 (1988-08-23) * colonne 3, ligne 1 - ligne 21; revendication 1; figure 1 *	10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 août 2001	Examineur Moumen, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : antière-plan technologique O : divulgation non-écrite I ² : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1598

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0923156 A	16-06-1999	FR 2772518 A	18-06-1999
		AU 9610198 A	01-07-1999
		CN 1226093 A	18-08-1999
		JP 11284430 A	15-10-1999
		SG 77208 A	19-12-2000
		TW 404081 B	01-09-2000
		US 6133880 A	17-10-2000
GB 2288284 A	11-10-1995	FR 2718292 A	06-10-1995
		DE 19512003 A	05-10-1995
US 4766440 A	23-08-1988	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

